



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEINA DE
ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA O ACARÁ-DISCO**
(Symphysodon discus Heckel, 1840)

JEFFERSON WAYNE DA SILVA CARTAXO

2015

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JEFFERSON WAYNE DA SILVA CARTAXO

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA DE
ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA O ACARÁ-DISCO
(*Symphysodon discus* Heckel, 1840)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Jodnes Sobreira Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto

**SÃO CRISTÓVÃO - SE
2015**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

C322d Cartaxo, Jefferson Wayne da Silva
Digestibilidade aparente da proteína de alimentos alternativos
para o acará-disco (*symphysodon discus* Heckel, 1840) / Jefferson
Wayne da Silva Cartaxo ; orientador Jodnes Sobreira Vieira. – São
Cristóvão, 2015.
54 f. : il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal
de Sergipe, 2015.

1. Peixes - alimentação e rações. 2. Peixe ornamental. 3.
Acará (Peixe). I. Vieira, Jodnes Sobreira, orient. II. Título.

CDU 639.3.043


JEFFERSON WAYNE DA SILVA CARTAXO

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEINA DE
ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA O ACARÁ-DISCO**
(Symphysodon discus Heckel, 1840)

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Sergipe como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em
Zootecnia.

Aprovada em: 28/08/2015

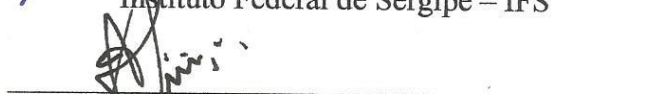
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof.^ª. Dr.^a. Carolina Nunes Costa Bomfim
Universidade Federal de Sergipe – UFS



Prof. Dr. Hunaldo Oliveira Silva
Instituto Federal de Sergipe – IFS



Prof. Dr. Jodnes Sobreira Vieira
Universidade Federal de Sergipe – UFS
Orientador



Prof. Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto
Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA
Co-orientador

São Cristóvão - SE
2015

Dedico a M^a. Crizileide da Silva Cartaxo, minha guerreira (Mãe).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS por me orientar nos momentos mais difíceis desta jornada para obter paciência e discernimento, pois não foi e nunca será fácil a marcha de alguém que almeja algo em prol de outra.

A minha família, principalmente as mulheres guerreiras, minha mãe M^a. Crizileide e a Cris (irmã) que sempre me apoiaram. Minhas tias Klebia, Ângela, M^a.do Socorro (corrinha), Francisca (Flaus) e minha avó dona Iracema, todas juntas em oração me deram muita força para continuar e nunca desistir de um sonho. Aos homens da minha família, Tio Crissotomo filho (Tio filho) e Tio Antônio (tio Tony) pelo incentivo e admiração, e ao meu pai que apesar da distância soube reconhecer a minha luta.

Aos amigos de toda a vida Bruno Fernandes, Thiga, Christean pelos momentos de estudos ainda no ensino médio, vocês são partes desta conquista, pois quem diria que poderia chegar tão longe.

Aos Amigos que “A FAMILIA DA ZOOTECCNIA” me deu Dandara, pois quem conhece nossa história, já sabe da irmandade e admiração. Ao grande amigo Leonardo Scarlati (Tio Leo.), por me ajudar a perder o medo de apresentação em publico e pelo companheirismo, ao Washington(wash.) meu irmão confidente. Ariolino (neto) não há igual sempre disposto a ajudar. Geneane (abençoada) que sempre me fazia erguer a cabeça e continuar a jornada. Alanne que sempre preocupada. Mariana sempre na torcida. A Karen, Roberta, Mikaelle e Madalena pessoas exemplos de coragem e perseverança e tantos outros que fizeram parte dessa luta, podem ter certeza da minha imensa gratidão.

Aos meus “irmãos” da unidade de aquicultura do departamento de Zootecnia (UNIAQUA), aos veteranos de guerra Charlle, Gicella, Thiago, Washington e aos mais novos Caio Caxico, Rennê, Janaina, Marcel, Alanna, Juliana (meus orgulhos e sucessores) e a todos os outros que se somaram a labuta diária na unidade.

Aos meus outros amigos da EMBRAPA e laboratório de aquicultura (LAQUA), Clay, Adriano, Thiago (novamente), Fernanda, Daniel, Natalino, Valeria valeu pela troca de experiências.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Jodnes Sobreira Vieira e ao Pesquisador Rodrigo Yudi Fujimoto por me proporcionarem inúmeros conhecimentos e experiências ao longo da curta vida acadêmica. E aos demais professores do departamento de Zootecnia (UFS) - Ângela C. D. Ferreira, Alfredo A. Backes, Anselmo D. F. Santos, Bráulio M. L. Sousa, Claudson O. Brito, Gladston R. A. Santos, Gregório M. O. Junior, Jailson L. Fagundes, Jucileia A. S. Moraes, Leandro T. Barbosa; Máira Severo, Marcia Roner, Paula G. Rodrigues, Veronaldo S. Oliveira (eternos professores), e a tantos outros que colaboraram indiretamente para a conclusão de mais uma etapa.

As empresas ©POYTARA (Junior e o Rudã) e a EXTEEC® pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho, serei sempre grato.

A Universidade Federal de Sergipe e ao Departamento de Zootecnia o meu muito OBRIGADO...

Aprendi o silêncio com os faladores, a tolerância com os intolerantes, a bondade com os maldosos e por estranho que pareça, sou grato a esses professores.

(Khalil Gibran)

**É mais fácil errar, que acertar.
Cair, que levantar. Desistir, que
continuar. É mais fácil levar, que
bater. Reclamar, que viver.
Desistir, que permanecer. É mais
fácil correr, que reagir. Travar,
que sentir. Desistir, que insistir.**

**Agora, quem disse que o caminho
mais fácil é o melhor?**

(Fermino roco)

**Porquanto qualquer que a si
mesmo exaltar será humilhado, e
aquele que a si mesmo se
humilhar será exaltado.**

(Lucas 14:11)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. AQUICULTURA ORNAMENTAL	11
2.2. ACARÁ-DISCO (<i>Symphysodon discus</i> , Heckel 1984) E SUA NUTRIÇÃO	12
2.3. ALIMENTOS ALTERNATIVOS	16
2.3.1. ISOLADO PROTEICO DE SOJA	19
2.3.2. GLÚTEN DE TRIGO.....	20
2.3.3. FARINHA DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DO CAMARÃO	21
2.3.4. CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (<i>BOMBYX MORI</i>)	23
3. REFERÊNCIAS	25
ARTIGO	35
RESUMO	35
SUMARY	36
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

A substituição de produtos tradicionais, como a farinha de peixe, por produtos alternativos tem se apresentado como uma opção prática, econômica e ambiental (LIMA et al., 2011). Dentre os nutrientes, a proteína é o nutriente mais estudado, também é o item mais dispendioso na formulação das dietas para peixes. A avaliação de novos ingredientes para rações de peixes é de fundamental importância para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a nutrição de peixes.

A nutrição de peixes possui particularidades como diferentes espécies, hábitos alimentares, fases de desenvolvimento e reprodução que dificultam os estudos, pois ainda não se conhecem as exigências nutricionais para a maioria das espécies. Para peixes ornamentais, as informações são ainda mais escassas, uma vez que parte-se do princípio que esses animais necessitam de manejos alimentares e nutricionais similares aos dos peixes de produção, o que é um equívoco. Esse cenário tanto é verdade, que para estimar os índices nutricionais para os peixes ornamentais, utilizam-se extrapolações do que foi observado para peixes de produção (ZUANON; SALARO e FURUYA, 2011). A utilização dessas extrapolações pode causar uma má formação corpórea, cores pálidas e sintomas de intoxicação, muitas vezes decorrentes da falta ou excesso de nutrientes, principalmente o nitrogênio (YANONG, 1999; SALES e JANSSENS, 2003). Uma formulação adequada da dieta pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes e suprir as necessidades metabólicas, reduzindo os custos e ao mesmo tempo a poluição da água (VELASCO-SANTAMARÍA e CORREDOR-SANTAMARÍA, 2011).

A criação de peixes ornamentais cresce 10% ao ano, movimentando aproximadamente de 15 bilhões de dólares (HALACHMI, 2006). Acredita-se que, anualmente, em mais de 100 países, são comercializados um bilhão de espécies de peixes ornamentais (ZUANON; SALARO e FURUYA, 2011). Em especial, as espécies da bacia amazônica, merecem destaque como o Acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840) (CHELLAPPA; CÂMARA e VERANI, 2005; CRAMPTON, 2008). O Acará-disco, pertencente à família ciclídeos e facilmente identificado por seu corpo comprimido lateralmente e forma discoidal, é popularmente conhecido como o rei dos aquários (CRAMPTON, 2008). Esta espécie se destaca devido às suas características como comportamento dócil e coloração (LIU; WANG e CHEN, 2014). Em seu habitat natural, sua alimentação é bastante diversificada composta por: perifíton, detritos

orgânicos, material vegetal, pequenos crustáceos e insetos (CRAMPTON, 2008). Em cativeiro, recebem rações secas, dietas ou alimento vivo, e devido ao desconhecimento sobre as suas exigências nutricionais, muitas das rações confeccionadas e comercializadas possuem altos níveis proteicos (BEERLI, 2009).

A determinação da exigência nutricional é alcançada através de ensaios de digestibilidade que é uma forma de avaliar o aproveitamento de um alimento, ou seja, a facilidade com que é convertido, no trato digestório, em substâncias úteis para nutrição de peixes. Em se tratando do acará-disco apenas um trabalho foi realizado com digestibilidade de cinco ingredientes (caseína, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves, do coração de boi, farelo de soja e farelo de trigo), comparando os métodos in vivo e in vitro (Chong et al., 2002), requerendo assim, mais estudos para a maioria dos ingredientes ofertados ao acará-disco.

Na busca de possíveis substitutos da farinha de peixe, diversos ingredientes de origens distintas (animal/vegetal) estão sendo testados na nutrição de peixes objetivando a elaboração de dietas práticas de mínimo custo. Um exemplo de ingredientes de origem animal é o resíduo do processamento de camarão (cabeça e carapaça), é uma fonte proteica em potencial, chegando a compor até 46,81% de proteína (GUIMARÃES et al., 2008). O resíduo do processamento de camarão é derivado do processamento da indústria pesqueira, e estima-se que a produção de resíduos do beneficiamento, no ano de 2012, tenha sido em torno de 20 mil toneladas (MPA, 2012). O descarte desse resíduo é realizado no meio ambiente sem algum tratamento prévio, tornando-se um potencial poluidor. Outro ingrediente de origem animal é a crisálida (pulpa) do bicho-da-seda oriundo da indústria têxtil, a qual é desidratada e utilizada na nutrição animal, possui alto valor proteico (50%) e lipídico (35%) (PEREIRA et al., 2003; SAYEG e RAMOS, 2014). Em se tratando de ingrediente de origem vegetal em substituição da farinha de peixe, O isolado proteico de soja é adquirido através do processo de desengorduramento da farinha de soja para obter produto final contendo 90% de proteína (RICHE e WILLIAMS, 2011). No grupo dos concentrados temos o gluten de trigo, este produto é extraído com a lavagem da farinha do trigo e o seu produto final é constituído de 80% de proteína (KUMAR et al., 2012).

Objetivou-se com esse estudo determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína dos ingredientes alternativos, farinha do resíduo do processamento do camarão, farinha do bicho-da-seda, isolado proteico de soja e glúten de trigo para o Acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. AQUICULTURA ORNAMENTAL

A criação de peixes ornamentais é datada desde o período do antigo Egito (MILLS, 1995), e propagou-se até os dias atuais transformando-se em uma atividade popular de grande importância na economia mundial. As diversas espécies com potencial ornamental são vendidas individualmente, podendo adquirir alto valor de mercado dependendo da espécie, tamanho, e variabilidade genética (RIBEIRO, 2010).

A aquicultura de peixes ornamentais permite maior produção em um menor intervalo de tempo a cada ciclo de produção, possibilitando maior rentabilidade da produção, não necessitando de grandes áreas para o exercício da atividade. Consequentemente há oferta constante de organismos aquáticos, na sua maioria peixes ao mercado do aquarismo, o qual tem se desenvolvido mundialmente desde a década de 80, devido à inserção de tecnologias que facilitem a criação de peixes com o uso de equipamentos como filtros, bombas, termostatos que propiciem melhor qualidade do meio aquático (OSTRENSKY; BORGHETTI e SOTO, 2007; PRANG, 2008; ZUANON; SALARO e FURUYA, 2011).

Mundialmente no ano 2000, o volume de exportação de peixes ornamentais foi superior a US\$ 182 milhões/ano, desse total, Cingapura foi o maior exportador, seguido da China, que contribuíram com 23,9% e 10,6% respectivamente. Enquanto as importações globais de peixes ornamentais tiveram em média pouco mais de US\$ 280 milhões/ano. E que abastecem os principais mercados do ramo de peixes ornamentais estão localizados nos países industrializados do continente europeu (Alemanha 8%, Reino Unido 7%, França 6%), norte americano (Estados Unidos 17%) e asiático (Japão 7%) (PRANG, 2008).

No Brasil, o comércio de peixes ornamentais depende em parte por espécies selvagens capturadas na bacia Amazônica (ANJOS et al., 2009), tais como: Acará-disco (*Shymphysodon discus*), Oscar (*Astronotus ocellatus*), Acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Neon (*Paracheirodon axelrodi*). Além disso, essas estão entre os 20 peixes mais importados pelos Estados Unidos (CHAPMAN et al., 1994). Da região amazônica, somente o do estado da Amazonas mobiliza anualmente com a pesca ornamental cerca de quatro milhões de dólares, mas o apelo da sustentabilidade para a preservação tem auxiliado no desenvolvimento do cultivo dessas espécies (IBAMA,

2007). Além disso, o Brasil possui potencial para a criação e produção em cativeiro de peixes ornamentais (exótica e nacional), devido ao clima e variedade de espécies. Porém, no país a criação em cativeiro ainda é mínima e que somente abastece ao mercado interno, e muita das vezes por espécies que carecem de baixo ou nenhum nível tecnológico, referentes ao manejo, alimentação, reprodução. Apesar desse cenário ainda há criadores que visam atender a um mercado que busca espécies diferentes e variedades novas. Esses criadores se dedicam a seleção e ao melhoramento genético de determinadas espécies de peixes a exemplo de algumas linhagens do betta (*Bettasplendens*), guppys (*Poeciliareticulata*), acará-bandeira (*Pterophyllumscalare*), acará-disco (*Symphysodon aequifasciata*), kinguio (*Carassiusauratus*) e variedades de carpa (koi). Tais criadores estão distribuídos por todo o Brasil, porém segundo MPA (2011), Brasil, existem 230 unidades produtoras de peixes ornamentais, sendo as maiores concentrações nas regiões Sudeste (68%), Nordeste (17%) e Sul (14%) (MPA, 2011).

Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, e Ceará são considerados polos produtores de peixes ornamentais, conforme o censo realizado pelo MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2011). Entretanto a região da Zona da Mata mineira é o maior polo produtor brasileiro de peixes ornamentais, principalmente espécies exóticas. Essa região possui aproximadamente 350 piscicultores com mais de 4000 tanques de terra e alvenaria, concentrados principalmente nos municípios de Muriaé, Miradouro, Vieiras e Patrocínio do Muriaé (CARDOSO e IGARASHI, 2009). Embora o país se destaque como produtor de peixes ornamentais, há necessidade de investimento e incentivo à cadeia produtiva.

2.2. ACARÁ-DISCO (*Symphysodon discus* Heckel, 1840) E SUA NUTRIÇÃO.

O Acará-disco pertencente à família cichlidae, *Symphysodon discus*, ou simplesmente discoendêmica da bacia amazônica. Em 1840, o ictiólogo alemão Heckel foi o primeiro a descrevê-lo, desde então, ficou conhecido como o “Heckel Discus Fish”. Possui formato discoidal e cores diversas, tornando-se um dos peixes ornamentais de água doce mais cobiçado mundialmente. Quando adultos, podem atingir de 15 a 20 cm de comprimento e pesar de 150 a 250 g (LIVENGOD, OHS e CHAPMAN, 2012). Em

seu habitat natural, são comumente encontrados em corpos de águas lânticas, como os igarapés, remansos de rios e lagos, preferindo locais com temperaturas entre 26 e 31°C, com faixas de pH entre 4 e 6,5 (SAINT-PAUL, 1994). Os indivíduos selvagens, a depender da região em que são capturados, possuem padrões de coloração variada como o marrom amarelado (predominante), marrom amarelado com manchas escuras, e parcialmente rajados de azul ou verde metálico (BEERLI, 2009). Contudo, a partir de 1960, exemplares selvagens do acará-disco foram exportados para Alemanha, Estados Unidos e Japão, visando à criação em cativeiro e obtenção novas variedades de cores, através de programas de reprodução, objetivando suprir o mercado dos peixes ornamentais (BLEHER, 2006).

A criação dessa espécie em cativeiro é de grande importância para preservação das populações selvagens, pois minimiza os impactos provocados pela pesca predatória. A região amazônica tornou-se o polo de pesca do acará-disco, e aliada à conservação da fauna, poderia estar fornecendo, uma alternativa para o desenvolvimento da região e das famílias que vivem a base da coleta desses peixes. Corroborando com Zuanon; Salero e Furuya, (2011) a necessidade de desenvolvimento de tecnologia de cultivos mais sustentáveis sob os aspectos econômico, social e ambiental. De modo que possa um dia haver o cultivo do acará-disco na região. Apesar de haver o cultivo da espécie em outras regiões do país (região nordeste, sudeste e sul) e também em alguns outros países, existe a necessidade de um incremento técnico da criação do acará-disco, no que se diz respeito ao manejo, sanidade e nutrição. Este último ainda é pouco esclarecido já que não se conhece a exigência nutricional da espécie, devido à carência de trabalhos voltados a alimentação e nutrição do acará-disco.

A alimentação do acará-disco na natureza é basicamente composta por perifíton, que consiste de uma associação de várias espécies de algas filamentosas que recobrem os ramos e folhas submersas, além disso, se alimentam de pequenos invertebrados como insetos e crustáceos (CRAMPTON, 2008). A partir de investigações sobre o hábito alimentar do acará-disco, Zihler (1982) analisando o trato digestório, observou que a morfologia intestinal é típica de um ciclídeo com hábito predominantemente onívoro. No mesmo intuito, Bleher (2006), avaliou a ingestão de alimentos pelo disco em períodos de “cheia” e “vazante” dos rios, comprovando que sua ingestão é composta por algas e microalgas, materiais vegetais e invertebrados (insetos e crustáceos). Contudo, Beerli, (2009) ressalta em seu trabalho que como não se conhece o bastante sobre sua demanda de nutrientes, utiliza-se de dietas ricas em proteína, considerando-o assim, uma espécie

carnívora. Pesquisas envolvendo a nutrição ainda são escassas, gerando consequências como elevação do custo de produção e elevação do preço final. Além disso, dietas desbalanceadas podem ocasionar problemas metabólicos e perda de nutrientes não aproveitados para o meio de cultivo.

A partir desse panorama e considerando o histórico de trabalhos já realizados focando na nutrição do Acará-disco a primeira questão que deve ser trabalhada é a determinação da exigência em proteína digestível, pois, até então a mesma está determinada com base na proteína bruta, fato corroborado por Chong;Hashim e Ali (2000), que em seu trabalho somente as dietas com teor proteico acima de 45% atenderam a proporção da composição corporal de aminoácidos da espécie, sendo observado um desbalanço-deficit de aminoácidos essenciais em relação ao total de proteína. E a proteína consumida em excesso pode provocar aumento na taxa de desaminação resultando em maior gasto energético e consequente redução no crescimento(JAMES e SAMPATH, 2003), aumento de amônia (ZUANON; SALARO e FURUYA, 2011).

Quanto ao aproveitamento dos nutrientes pelos animais, faz-se necessário o conhecimento prévio dos alimentos, para isso os ensaios de digestibilidade permitem obter informações confiáveis sobre a sua utilização nas rações para peixes. Para o *Symphysodon aequifasciata* avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e da proteína bruta da caseína, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves, do coração de boi, farelo de soja e farelo de trigo para alevinos de *Symphysodon aequifasciata*, usando os métodos in vivo e in vitro, no primeiro (*in vivo*) foi utilizada uma ração composta por 70% de ração referência e 30% do ingrediente a ser testado e um marcador inerte (óxido de cromo 1%), e no segundo método (*in vitro*) foi realizado com base no método de digestão de 12 horas envolvendo quatro misturas de substrato e enzimas diferentes. Um dos métodos enzimáticos testado (*in vitro*) foi o sistema enzimático único extraído de bovino(Lazo et al 1998), composto por tripsina (1,6 mg mL⁻¹ de tampão, a pH 8,0). O segundo método utilizado foi uma modificação do sistema multi-enzima Hsu, com uma mistura de três enzimas envolvendo a tripsina (1,6 mg mL⁻¹), quimotripsina(3,1 mg mL⁻¹), extraído de bovino e a peptidase sólida (50-100 unidades/g) na concentração de 1,4 mg mL⁻¹ a pH 8,0(HSU et al., 1977). O terceiro foi composto por uma modificação do sistema multi-enzimático proposto por Saterlee, o qual foi composto por misturas de enzimas semelhantes à da Hsu mais adição de protease (Pronase E, 4 mg) (SATERLEE; MARSHALL e

TENNYSON, 1979). E o quarto método foi a obtenção do extrato enzimático a partir do trato digestório do Acará-disco (CHONG et al., 2002). Ambos os métodos testados mostraram que a farinha de peixe foi altamente digestível em termos de matéria seca (87,52-67,22%) e proteína (91,18-76,8%), já os demais ingredientes testados não apresentam menos de 40% de CDA para matéria seca e proteína em ambos os métodos (*in vitro* e *in vivo*), a caseína (91,69-89,68%) e (93,28-96,91%), Farinha de vísceras de aves (62,18-65,34%) e (70,60-66,92%), coração de boi (78,50-75,89%) e (73,16-72,96%), farelo de soja (74,73-66,22%) e (74,12-83,02%) e o farelo de trigo (58,43-49,03%) e (48,90-63,08%), e consideraram dessa forma, satisfatórios todos os ingredientes testados para o desenvolvimento do Acará-disco.

Chong; Hashim e Ali, (2003) trabalharam com níveis de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja na ração para o Acará-disco e notaram que a substituição superior a 30 % afetou negativamente o crescimento dos animais, como também a também baixa concentração de triptofano nas rações de 10 e 25%, metionina nas rações de 20% e lisina nas rações com 30% de substituição do farelo de soja. Apesar do nível sugerido pelo autor (30%) o nível de 20% em melhores resultados em de ganho de peso (13.64%), sobrevivência (100%), digestibilidade da matéria seca e proteína (75.13 e 84.35%), eficiência alimentar (0.93g) e conversão alimentar aparente (2,35g).

Em meio às poucas informações científicas acerca da espécie, quanto a aos lipídeos, Wang et al., (2009) avaliaram o efeito de diferentes níveis de gordura na dieta sobre o desempenho produtivo e digestibilidade em juvenis de *Symphysodon aequifasciata*, utilizando dietas isoproteicas e diferentes níveis de óleo de soja como fonte lipídica. Em resposta, não houve diferenças significativas na digestibilidade de proteína e nos níveis 12,02% a 17,17% de gordura. Os resultados obtidos interessantes já que pode ser observado em habitat natural, onde parte da ingesta é composta por insetos, os quais em alguns estudos utilizando insetos demonstram serricos em lipídeos variando entre 9,8 a 51% dependente da espécie, fase e alimentação (BARKER; FITZPATRICK e DIERENFELD, 1998; CRAMPTON, 2008; SÁNCHEZ-MUROS et al., 2015).

Apesar da sua importância tanto no ramo do aquarismo nacional como internacional, são poucos os estudos sobre a nutrição e sobre os ingredientes que são utilizados na formulação das dietas para o Acará-disco.

2.3. ALIMENTOS ALTERNATIVOS

A substituição de produtos tradicionais como a farinha de peixes e farelo de soja por produtos alternativos tem se apresentado como uma opção prática, econômica e ambiental (LIMA et al., 2011). Em razão que a proteína é o nutriente mais utilizado e também mais dispendioso na formulação das dietas para peixes. E a avaliação de novos ingredientes para rações de espécies aquícolas é fundamental a importância para o desenvolvimento de pesquisas nutricionais, o que lhes completo entendimento sobre a sua digestibilidade, palatabilidade e aproveitamento de nutrientes, há a possibilidade do uso destes ingredientes na inclusão de novas formulações de rações (KOPRUCU e OZDEMIR, 2005). Em termos técnicos, a digestibilidade refere-se à quantidade de nutrientes ou de energia bruta, que são extraídos dos alimentos assim que passam pelo sistema digestório (NRC, 2011).

As metodologias para se determinar a digestibilidade em peixes podem ser realizadas através da coleta total de fezes ou parcial de fezes e também com uso de indicadores, e a coleta do material fecal pode ser realizada dentro ou fora da água. As técnicas de coleta mais realizadas fora da água são extrusão manual, sucção ou dissecação intestinal na parte final do intestino. E as feitas dentro da água destacam-se os métodos de decantação (Guelph e o Guelph modificado), realizados por meio de estruturas cônicas que possibilitam recolher as fezes por meio de recipientes coletores. Os animais em experimento de digestibilidade devem ser alimentados com dietas compostas pela proporção 70:30 (70% de ração referência e 30% de ingrediente a ser testado) e adição de 1% do óxido de cromo (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

As pesquisas realizadas com o uso de produtos alternativos ou subprodutos em dietas para peixes são bastante diversificadas. Acerca disso, uma das espécies de peixes mais estudadas é a tilápia, que pertence à família *Cichlidae*, de origem africana e vem se destacando no cenário da aquicultura em estudos envolvendo vias alternativas de substituição de ingredientes tradicionais.

Utilizando farinha integral de camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) e farinhas de peixes obtidas a partir de resíduos de filetagem da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e da tilápia (*Oreochromis niloticus*) os autores determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB) para Tilápia, resultando assim, coeficientes de digestibilidade de 88,79 e 68,38 % para a farinha integral de camarão canela; 70,67 e

54,45 % para o resíduo de filetagem da corvina; 67,09 e 48,52 % para os resíduos da filetagem da Tilápia, determinando assim valores de proteína (%) e energia digestíveis (kcal/kg), de 53,74% e 2763,23; 37,50 e 2107,46; 28,72 e 1927,18, respectivamente. Portanto, os alimentos testados possuem potencialidade para substituição da farinha de peixe na alimentação da tilápia do Nilo, porém sendo necessária a determinação dos seus níveis de inclusão em rações para as diferentes fases de cultivo da espécie (BOSCOLO et al., 2004).

Com o objetivo de se avaliar um melhor aproveitamento dos nutrientes contidos no resíduo de camarão pelos peixes, elaboraram e caracterizaram nutricionalmente dois tipos de silagens fermentadas de resíduos de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), para tilápias. Ambas as silagens após o período de ensilagem (120 dias) foram secas, processadas para comporem duas rações teste isoproteica e isoenergética (26% e 4200 Kcal): ração elaborada com melaço de cana (SM) e ração elaborada com varredura da farinha láctea (SF) contendo 69,9% de dieta referência, 0,1% de óxido de cromo, que foi utilizado como marcador inerte, e 30% de matéria seca das silagens preparadas. Foi observado que as duas rações testadas possuem alta digestibilidade, ração com melaço de cana (78,2%) e ração com varredura da farinha láctea ($CDA_{SF} = 73,1\%$). Independente do tipo de ensilagem o resíduo de camarão se mostrou satisfatório para ser utilizado como ingrediente nas rações para peixes, o que fortifica a ideia de que coprodutos brutos a exemplo do resíduo de camarão necessitam de um tratamento ou processamento prévio para que seus nutrientes possam ser disponibilizados aos peixes (GONÇALVES e VIEGAS, 2007).

Em trabalhos com tilápias foram utilizados de alimentos proteicos e energéticos de alta digestibilidade, onde foram avaliados o CDA da matéria seca, da proteína, da energia, do fósforo e dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos seguintes ingredientes: farinha de peixe, glúten de milho, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo, quirera de arroz, milho e amido de milho. Entre os coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos proteicos e energéticos em questão, os farelos de soja e milho apresentaram os maiores CDA com 94,13% e 86,15%, respectivamente (GONÇALVES et al., 2009). Em outro trabalho para tilápias foram avaliados o CDA de coproduto da indústria biscoito, massa e ingrediente de origem vegetal, como o resíduo de biscoito, resíduo de macarrão, farelo de arroz, quirera de arroz, farinha de mandioca e farelo de soja, para todos os coprodutos foram utilizados pelo método indireto usando o óxido de cromo como indicador incorporado nas rações. Com isso os autores

observaram que os tratamentos não diferiram estatisticamente para os CDA da PB e os CDA da EB, indicando um bom aproveitamento destes ingredientes em dietas práticas para tilápias (NOVOA et al., 2013).

Utilizando o resíduo de frutos como farelo de goiaba e o farelo de coco na dieta de tilápias, foram observados os seguintes valores de CDA para o farelo de resíduo de goiaba: MS 43,36%; PB 61,49%, EB 64,24%; EDA 3601,03 kcal/kg e PDA 6,89% e para o farelo de coco: MS 60,36%; PB 75,62%, EB 37,10%; EDA 1878,74 kcal/kg e PDA 15,60%. Os autores concluíram que para ambos os ingredientes apresentaram potencial de utilização em rações para alevinos de tilápia do Nilo (SANTOS et al., 2009). Para a mesma espécie utilizando o resíduo do farelo de manga com diferentes níveis de inclusão (0, 5, 10, 15%) nas dietas. Os autores puderam observar os resultados para a matéria seca (79,6; 76,9; 76,5 e 78,0%), proteína bruta (88,8; 87,4; 87,2 e 87,8%), energia bruta (77,8; 75,9; 76,4 e 77,5%) em seus diferentes níveis, respectivamente. Como também a energia digestível das rações (3304, 3320, 3395 e 3484 kcal kg⁻¹) e proteína digestível (29,3; 30,3; 29,8 e 29,8%) e notaram que não houve diferença entre os tratamentos, o que sugere que farelo de resíduo de manga é que ao nível de até 15,0% pode ser incluso nas rações para peixes (Lima et al., 2011).

Ao utilizar torta de dendê, farelo de algodão, farelo da vagem de algaroba, farelo da folha de mandioca e farelo de cacau para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), ou nível de substituição de 30%, os autores observaram que os valores de CDA da matéria seca, proteína bruta e energia bruta foram de 56,63; 75,87 e 66,87% para torta de dendê; 48,31; 80,51 e 39,63% para farelo de algodão; 48,69; 51,61 e 30,48% para farelo da vagem de algaroba; 50,22; 49,83 e 29,29 % para farelo da folha de mandioca e 43,87; 38,47 e 23,13% para farelo de cacau, o que indica que para coprodutos agroindustriais há necessidade de processamento da matéria prima, visando eliminar possíveis fatores antinutricionais da utilização das rações para peixes (BRAGA et al., 2010). Em consequência da presença de fatores antinutricionais em ingredientes de origem vegetal, fizeram-se necessárias pesquisas com alimentos concentrados proteicos de origem vegetal (DREW; BORGESON e THIESSEN, 2007; PEZZATO; BARROS e FURUYA, 2009), a exemplo do isolado proteico de soja.

2.3.1 ISOLADO PROTEICO DE SOJA

O percentual de substituição da farinha de peixe por ingredientes vegetais apresentam variações conforme o hábito alimentar, a espécie, e tamanho dos peixes. Os cereais e as leguminosas possuem valores nutricionais inferiores aos subprodutos de origem animal, devido ao menor nível de aminoácidos essenciais (lisina e metionina + cistina) e também pela presença de fatores antinutricionais. Todavia, devido a grande disponibilidade e baixo custo de produção, tem sido utilizado com frequência em substituição parcial ou total nas rações, fornecendo uma fonte de proteína e de alta qualidade (SÁNCHEZ-LOZANO et al.,2009).

Entre os ingredientes vegetais que vem recebendo destaque na utilização na alimentação de organismos aquáticos, estão os derivados da soja, a exemplo do concentrado e o isolado proteico de soja. O isolado proteico é adquirido através de uma solubilização aquosa seguido de precipitação isoeletrica, já os concentrados são produzidos através de extração alcoólica, resultando em níveis de proteínas de 90% e 65% respectivamente. Quanto ao custo de produção, o isolado proteico tem seu uso restrito uma vez que seu custo de obtenção é muito elevado, entretanto, devido ao alto teor proteico, índice de solubilidade proteica e digestibilidade tornou-se uma adequada fonte alternativa de proteína nas rações de peixes. Desenvolvido para ser um produto livre de sabor, cor, odor desagradável e fatores antinutricionais, sua elevada concentração de proteína fornece a máxima flexibilidade de formulação quando são incorporados nos produtos alimentares (RICHE e WILLIAMS, 2011).

Há uma escassez de trabalhos envolvendo a digestibilidade do isolado proteico de soja para peixes e por apresentarem características interessantes como o alto nível proteico, ausência de fatores antinutricionais é imprescindível mais estudos envolvendo este tipo de produto. Trabalhando com tilápia, analisando o CDA da matéria seca, proteína bruta, gordura, cinzas, fósforo, energia bruta e aminoácidos do glúten de milho, subproduto de milho, gérmen de milho, farelo de soja, fermentado de soja, concentrado de proteico de soja, isolado proteico de soja, brotos de malte, farinha de peixe e farinha de minhoca, os autores notaram que entre os ingredientes testados o isolado proteico de soja apresentou valores de coeficiente de digestibilidade da proteína superior a 90%, para tilápia, ratificando que esta espécie é capaz de assimilar os nutrientes e energia deste ingrediente de origem vegetal (DONG et al.,2010).

Trabalhando com Truta arco-íris e salmão do Atlântico, alimentados com farelo de soja, concentrado proteico de soja e o isolado proteico de soja, os autores relataram que os CDAs para proteína variaram de 94,9-96,4%, 90,5-93,9% e 97,81- 99,64%, respectivamente (GLENCROSS et al., 2004). Corroborado por alguns autores (LARA-FLORES et al., 2007) utilizando o farelo de soja notaram resultados semelhantes, embora Koprucu e Ozdemir, (2005), relatam em seu estudo que a digestibilidade da proteína do farelo de soja para Tilápia do Nilo foi 87,4%. Diferenças entre os CDAs para proteína dos ingredientes colaboram para o entendimento entre a diferença na composição química, origem e tratamento dos produtos oriundos da soja. Necessitando de mais estudo para as espécies de peixes, inclusive o Acará-disco utilizando o isolado proteico de soja e outros ingredientes concentrados, como o glúten de trigo.

2.3.2. GLÚTEN DE TRIGO

É uma fonte proteica de origem vegetal obtida a partir do processamento da farinha de trigo (*Triticum spp.*), onde é feita a extração do amido por vários processos. Inicia-se o processo pela moagem dos grãos de trigo, até que se alcance o estado farináceo, que por sua vez passará por uma lavagem, resultando em uma massa uniforme. A partir dessa lavagem, as fibras solúveis e frações de amido são removidos por centrifugação, logo em seguida secos recuperando o estado farináceo. De acordo com a solubilidade do material, a proteína e outras frações insolúveis podem ser obtidas por extração alcoólica (DAY et al., 2006; WIESER, 2007).

O glúten de trigo é constituído por dois tipos de proteínas (gliadinas e gluteninas), que lhe confere uma determinada viscoelasticidade. As gliadinas são proteínas monoméricas que contribuem para a viscosidade e a capacidade de extensão ao gluten, ao passo que as gluteninas, que são proteínas poliméricas, são responsáveis pela tenacidade (resistência à deformação) e elasticidade. Tanto a gliadina, quanto a gluteninas, podem atuar como aglutinante nas rações extrusadas em substituição parcial do amido ou ligantes, melhorando a estabilidade das rações extrusadas na água (APPERBOSSARD et al., 2013).

O glúten de trigo possui um teor proteico bruto médio de 80%, maior valor que o encontrado na farinha de peixe, hoje comercializada e utilizada na ração para peixes e

crustáceos. Apesar de proporcionar ótimo nível proteico digestível devido à falta de atividade do inibidor de proteases, o glúten de trigo apresenta uma carência em um dos principais aminoácidos essenciais, a lisina, que corresponde a 1,5% da proteína (KUMAR et al., 2012). Por outro lado, o glúten de trigo é rico em glutamina, que é responsável por melhorar a higidez intestinal e aumentar a imunidade devido à ausência de fatores antinutricionais e fibras, acrescentando ao glúten de trigo, vantagens sobre seu uso em dietas, principalmente para peixes carnívoros, com níveis de inclusão de 5 a 10% (APPER-BOSSARD et al., 2013).

Resultados satisfatórios foram encontrados em trabalhos que visaram o crescimento e a eficiência alimentar, com a substituição da farinha de peixe pelo glúten nas dietas para salmão (*Salmo salar*) (STOREBAKKEN; SHEARER e BAEVERFJORD, 2000). Avaliando outros ingredientes alternativos como glúten de trigo, lentilha d'água (*Lemna minor*), e outros subprodutos de soja, em substituição de 15% da farinha de peixe para tilápias. O Glutén de trigo testado nesse estudo obteve o CDAs para a proteína de 92,6%, no qual se revelou um alto potencial nutricional para substituição a farinha de peixe (SCHNEIDER et al., 2004). Ao se comparar a eficiência na substituição de concentrados proteicos para truta (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando-se o concentrado proteico de batata pelo glúten de trigo notou-se a viabilidade em utilizá-lo como um produto menos oneroso para a formulação de ração para peixes (TUSCHE et al., 2012).

2.3.3. FARINHA DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DO CAMARÃO

A carcinicultura brasileira produziu em 2010, cerca de 70 mil toneladas e vem se consolidando como uma atividade promissora na região nordeste, apresentando 93% da produção nacional. Estima-se que a produção de resíduos do beneficiamento, no ano de 2012, tenha sido entorno de 20 mil toneladas (MPA, 2012). As regiões Norte e Nordeste do Brasil se destacam por apresentarem as melhores condições ambientais para o pleno desenvolvimento da atividade (GUIMARÃES et al., 2008). A região litorânea de Sergipe possui um ambiente propício ao cultivo do camarão marinho, desta forma o entreposto de pesca que produz diariamente toneladas de resíduo de camarão proveniente do beneficiamento, com retirada da cabeça, casca e calda, as quais correspondem respectivamente por 38,9; 10,7 e 2,3% do camarão respectivamente e dependente da

espécie este resíduo pode chegar a compor 85% do peso inicial (HEU; KIM e SHAHIDI, 2003; BACKES et al., 2006; OGAWA et al., 2007).

Os resíduos produzidos com a intensificação da carcinicultura somados aos provenientes da pesca, ainda são lançados aleatoriamente no meio ambiente, gerando problemas de ordem sanitária e ambiental em relação ao seu destino, por serem de difícil descarte e interferir na eficiência do processo produtivo (AMARAL; ROCHA e LIRA, 2003; GUILHERME; CAVALHEIRO e SOUZA, 2006). A utilização do resíduo do processamento do camarão na alimentação animal é uma fonte proteica em potencial, chegando a compor até 46,81% de PB, pois confere uma ótima palatabilidade, atratabilidade e adequada composição de aminoácidos essenciais (GUIMARÃES et al., 2008).

Atentos ao problema gerado pelo descarte deste resíduo, pesquisadores têm usado esse subproduto na alimentação animal, tanto em aves (CUNHA et al., 2006; GONÇALVES e VIEGAS, 2007; LIMA et al., 2007), como também em peixes (GUIMARÃES et al., 2008). Além do seu teor proteico e ótimo perfil aminoácídico, o resíduo de camarão apresenta boa característica, como um atratabilizante nas dietas, podendo ser utilizado na forma de farinha ou silagens em confecção das rações de peixes. A farinha composta do resíduo de camarão (cabeça e carapaça) e a silagem da cabeça do camarão apresentaram um rendimento acima de 20 %, nível proteico médio de 40 % (cabeça) e 13% (carapaça), e boa quantidade de cálcio (GUILHERME; CAVALHEIRO e SOUZA, 2006; FIGUEIREDO; CAVALHEIRO e SOUZA, 2007).

O resíduo do processamento do camarão (cabeça e carapaça) é um subproduto que também é composto por um polímero denominado de quitina (do grego *chiton* = revestimento protetor - túnica), a qual é encontrada no exoesqueleto de crustáceos e insetos (camarão 5 a 7%). A quitina é um tipo de fibra muito abundante na natureza, perdendo somente para a celulose. Tem uma ampla versatilidade de uso, como no processamento de óleos (clarificação), no tratamento de água (agente floculante) como também precursora da quitosana (MOURA et al., 2006). A quitosana por sua vez, tem inúmeras aplicações como industriais, biomédicas e nutricionais dentre as quais se destacam a biocompatibilidade (ex: quitosana/glicerol), biodegradabilidade (solúvel em soluções aquosas ácidas), propriedades antibactericida, emulsificante e quelante (FERNANDES et al., 2009; LARANJEIRA e FÁVERE, 2009; DAMIAN et al., 2009; CORDEIRO et al., 2014).

Algumas controvérsias são expostas quanto ao modo de aproveitamento de certos ingredientes pelos peixes, a exemplo do resíduo do camarão devido ao seu teor de quitina, no entanto já foi esclarecido que em espécies teleósteas, principalmente de hábito alimentar onívoro e carnívoro há a presença de enzimas quitinolíticas (quitinase e quitinobiase) produzidas pelas mucosas gástricas e pancreáticas. A quitinase, é mais frequente em peixes cujo hábito alimentar insetívoro ou onívoro, já a quitinobiase mais difundida nos organismos inferiores, sendo encontrada nos peixes em escala menor, podendo a produção de estas enzimas variarem a depender da espécie (ROTTA, 2003; SEIXAS FILHO, 2003; STECH; CARNEIRO e PIZAURRO JUNIOR, 2009).

2.3.4. CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyxmori*)

Tradicionalmente, os insetos fazem parte da alimentação de diversos povos em todo o mundo (2000 espécies de insetos possuem potencial para alimentação humana/animal no mundo), por constituírem uma fonte segura de alimento altamente nutritivo, com alto teor de gordura, proteína e de minerais, portanto, representam uma alternativa notável de substituição de produtos sucedâneos na alimentação animal (FAO, 2013).

Os insetos possuem composições nutricionais distintas e dependentes da fase de desenvolvimento (larva, pupa ou adulto) e do tipo de alimentação. Muitos dos insetos fornecem quantidades satisfatórias de energia e proteína, sendo ricos em gorduras monoinsaturadas ou ácidos graxos poliinsaturados, micronutrientes minerais e vitaminas (hidrossolúveis), além da quitina, que pode ter um efeito positivo sobre o funcionamento do sistema imunológico. E sua inserção na alimentação animal estaria equiparada ao mercado da farinha de peixe e do farelo de soja na formulação das rações para a aquicultura e pecuária (ADEMOLU; IDOWU e OLATUNDE, 2010; XIAOMING et al., 2010; OONINCX e VAN DER POEL, 2011; RUMPOLD e SCHLUTER, 2013; FAO 2013). Mesmo sendo nutricionalmente ricos, os insetos ainda são uma fonte alternativa subvalorizada em muitas partes do mundo, perdendo para uma vasta gama de ingredientes (legumes, grama, cereais, farelos de cereais, sementes oleaginosas, resíduos e farinha de peixe, sendo muitos deles sazonais) (RUTAISIRE, 2007).

A criação de insetos é uma prática relativamente nova, sendo realizadas por pequenas empresas familiares, a exemplo dos países asiáticos (Tailândia e Vietnã), que

cultivam grilos, gafanhotos e larvas de várias espécies de insetos para consumo humano e animal (WANG et al., 2007). Acriação além de proporcionar uma maior oferta do produto ao mercado impedindo a sazonalidade, também pode garantir uma maior segurança alimentar, pois são criados em estufa ou galpões que lhes propiciem manejos e melhor perfil nutricional. Entre as diversas criações de insetos a sericicultura é uma atividade agropecuária que visa à exploração comercial dos casulos do bicho-da-seda, visando à produção de fios de seda (PANUCCI; CHIAU e PACHECO, 2011). No Brasil, a sericicultura é uma importante atividade agroindustrial que contribui substancialmente para a economia rural. O país é o 4º produtor mundial de casulos verdes e de fios de seda. A cadeia produtiva nacional da seda apresenta um faturamento bruto anual na ordem de US\$ 129 milhões, a maior parte proveniente de exportação, uma vez que 97% da produção de fios de seda é destinado a esse mercado. O Paraná é o principal estado produtor, concentrando 92% da produção nacional. Atualmente, 216 municípios paranaenses são produtores de casulos verdes e 7.634 é o número de criadores existentes nesses municípios (WATANABE; YAMAOKA e BARONI, 2000; SAEB, 2009).

O produto residual dessa cultura é a crisálida (pulpa), que desidratada é utilizada na nutrição animal, possuindo alto valor proteico (50%), gordura (35 %) e presença do ácido graxo essencial linolênico (C18: 3n-3) (24 %), além dos minerais zinco e potássio com 244 mg/g⁻¹ e 4,77 mg/g⁻¹, respectivamente (PEREIRA et al., 2003; SAYEG e RAMOS, 2014).

Estudos mostraram bons resultados na utilização da crisálida na alimentação animal. Em frangos de corte a farinha de crisálida foi eficaz na substituição de 50% da farinha de peixe (DUTTA et al., 2012). Para suínos apresentou bom resultado em digestibilidade (LIMA et al., 1990) e para peixes, a farinha de crisálida exibiu um alto poder de atrato-palatalidade (PEREIRA-DA-SILVA e PEZZATO, 2000; BOSCOLO et al., 2001), porém, níveis elevados mostraram baixos resultados em digestibilidade e desempenho zootécnico para a espécie *Trichogaster pectoralis* (JINTASATAPORN et al., 2011).

3. REFERÊNCIAS

ADEMOLU, K. O.; IDOWU, A. B.; OLATUNDE, G. O. Nutritional value assessment of variegated grasshopper, (*Zonocerus variegatus* L.)(Acridoidea: Pygomorphidae), during post-embryonic development. **African Entomology**, v. 18, n. 2, p. 360-364, 2010.

AMARAL, R.; ROCHA, I.P.; LIRA, G.P. Alimentação de camarões e consumo de alimentos na carcinicultura: a experiência brasileira. **Revista da ABCC (Associação Brasileira de criadores de Camarão)**, v. 5, n. 2, p. 35-44, 2003.

ANJOS, H. D. B. et al. Exportação de peixes ornamentais do estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, SP, v. 35, p. 259–274, 2009.

ANJOS, H. D. B.; ANJOS, C. R. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário e larval do cardinal tetra, (*Paracheirodon axelrodi*, Schultz, 1956) (Characiformes: Characidae), em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, SP, v. 32, n. 2, p. 151-160, 2006.

APPER-BOSSARD, E. et al. Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. **Aquatic biosystems**, v. 9, n. 1, p. 21, 2013.

BACKES, A. A. et al. Aproveitamento do resíduo de camarão como fonte proteica na alimentação de caprinos. 1. Processamento e Ganho de Peso. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 43, João Pessoa - Paraíba. CDROOM. Paraíba: 2006.

BARKER, D; FITZPATRICK, M. P.; DIERENFELD, E. S. Nutrient composition of selected whole invertebrates. **Zoo biology**, v. 17, n. 2, p. 123-134, 1998.

BEERLI, E. L. Estratégia alimentar e densidade de estocagem para acará disco (*Symphysodon aequifasciata*). Goiânia, GO. Universidade Federal de Goiás, escola de veterinária. v. 70 f.: il. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1181/1/Tese%20Eduardo%20FINAL.pdf>> Acesso em: 30 junho 2015.

BLEHER, H. Bleher's discus. Pavia, Italy, **Aquapress**. vol.1, 2006.

BOSCOLO, W. R. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1397-1402, 2001.

BOSCOLO, W. R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BRAGA, L. G. T. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1127-1136, 2010.

CARDOSO, R. S; IGARASHI, M. A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **PUBVET**, v. 3, p. 40-42, 2009.

CHAPMAN, F. A. et al. An analysis of the United States of America International trade in Ornamental fish. CTSA Project Final report, University of Florida, **Department of fisheries and Aquatic Sciences, Food and resource economics department**. p. 55, 1994.

CHELLAPPA, S.; CÂMARA, M. R.; VERANI, J. R. Ovarian development in the Amazonian red discus, (*Symphysodon discus* Heckel) (Osteichthyes: Cichlidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 4, p. 609-616, 2005.

CHONG, A.; HASHIM, R.; ALI, A. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon spp.*). Short Communication, Penang, Malaysia v. 6, n. 4, p. 275-278, 2000.

CHONG, A.; HASHIM, R.; ALI, A. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using *in vivo* and *in vitro* methods. **Aquaculture Research**. v.8, p. 229-238, 2002.

CHONG, A.; HASHIM, R.; ALI, A. Assessment of soybean meal in diets for discus (*Symphysodon aequifasciata* Heckel) farming through a fishmeal replacement study. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 913-922, 2003.

CORDEIRO, A. P et al. Actividad antibacteriana de soluciones ácidas de quitosanoobtenido de exoesqueleto de camarón. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 16, n. 1, p. 104-110, 2014.

CRAMPTON, W. G. R. Ecology and life history of an Amazon floodplain cichlid: the discus fish (*Symphysodon*-Perciformes: Cichlidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 599-612, 2008.

CUNHA, F. S. A et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.

DAMIAN, C. et al. Quitosana: um amino polissacarídeo com características funcionais. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 2, p. 195-205, 2009.

DAY, L. et al. Wheat-gluten uses and industry needs. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 2, p. 82-90, 2006.

DONG, X. et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 9, p. 1356-1364, 2010.

DREW, M. D.; BORGESON, T. L.; THIESSEN, D. L. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in fin fish. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, p. 118-136, 2007.

DUTTA, A. et al. Growth of poultry chicks fed on formulated feed containing silk worm pupae meal as protein supplement and commercial diet. **Journal of Animal and Feed Research**, p. 303-307, 2012.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Edible insects - future prospects for food and feed security, 187 p. 2013. Disponível em

< <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm> >. Acesso: 24 de novembro de 2013.

FERNANDES, J. C. et al. Study of the antibacterial effects of chitosans on *Bacillus cereus* (and its spores) by atomic force microscopy imaging and nanoindentation. **Ultramicroscopy**, v. 109, n. 8, p. 854-860, 2009.

FIGUEIREDO, R. G.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoácido da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 3, 2007.

GLENCROSS B. D. et al. A comparison of the digestibility of a range of lupin and soybean protein products when fed to either Atlantic salmon (*Salmo salar*) or rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 237, n. 333-346, 2004.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia-do-Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, p. 201-213, 2009.

GONÇALVES, L. U.; VIEGAS, E. M. M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1021-1028, 2007.

GUILHERME, R. F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoácido da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 793-797, 2006.

GUIMARÃES, I. G. et al. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 9, n.1, p. 140-149, 2008.

HSU, H.W.; VAVAK, D. L.; SATERLEE, L. D.; MILLER, G. A. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. **Journal Food Science**, v. 42, p. 1269-1273, 1977.

HAJEN, W.E. et al. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in seawater measurement of digestibility. **Aquaculture**, v. 112, p. 333-348, 1993.

HALACHMI, I. System engineering for ornamental fish production in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 259, n. 1, p. 300-314, 2006.

HEU, M. S.; KIM J. S.; SHAHIDI, F. Componentes and nutricionalqualyti of shrimp processing by-products, **Food Chemistry**, v. 82, n. 2, p. 235, 2003.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: Relatório Técnico sobre o Diagnóstico geral das práticas de controle ligadas a exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariorfilia - **Diretoria de uso sustentável da biodiversidade e florestas**. p. 214, 2007.

JAMES, R.; SAMPATH, K. Effect of animal and plant protein diets on growth and fecundity in ornamental fish, *Betta splendens* (Regan). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.55, n.1, p. 39-52, 2003.

JINTASATAPORN, O.; CHUMKAM, S.; JINTASATAPORN, O. Substitution of silkworm pupae (*Bombyxmori*) for fish meal in broodstock diets for snakeskin Gourami (*Trichogaster pectoralis*). **Journal of Agricultural Science and Technology**, p. 1341-1344, 2011.

KOPRUCU, K.; OZDEMIR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 250, n. 1-2, p. 308-316, 2005.

KUMAR, V. et al. Anti-nutritional factors in plant feedstuffs used in aquafeeds. **World Aquaculture**, v. 43, n. 3, p. 64, 2012.

LARA-FLORES M. et al. Nutritional evaluation of treated X'pelon seed (*Vignaunguiculata* (L.) Walp) in the feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, p. 178-188, 2007.

LARANJEIRA, M. C. M.; FÁVERE, V. T. Chitosan: functional byopolymer with biomedical industrial potential. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 672-678, 2009.

LIMA, G. J. M. M. et al. Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos. **Comunicado técnico**, v. 152, 1990.

LIMA, M. R. et al. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.

LIMA, S. B. P. et al. Avaliação nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus Vannamei*) para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.35-39, 2007.

LIU, X; WANG, H; CHEN, Z. Effect of carotenoids on body colour of discus fish (*Symphysodon aequifasciatus axelrodi* Schultz, 1960). *Aquaculture Research*, p.1-6, 2014.

LIVENGOOD, E. J.; OHS, C. L.; CHAPMAN, F. A. Candidate Species for Florida Aquaculture: (*Symphysodon spp.*) a Profitable but Challenging Species for Florida Aquaculture. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, p. 8, 2012.

MILLS, D. You and Your Aquarium: The complete guide to collecting and keeping aquarium fishes, **DK Publishers**, London, 1995.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2011. **Censo Aquícola Nacional**, - Brasil - 2008. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Censo_maio_2013-2.pdf>. Acesso em: 18/11/2013.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura** - Brasil - 2010. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 15 de novembro 2013.

MOURA, C. M. et al. Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias** v. 16, p. 37-45, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. **National Academic Press**, Washington, DC, p. 376, 2011.

NOVOA, D. M. T. et al. Digestibilidade aparente da energia bruta e da proteína de alimentos para Tilápia Vermelha (*Oreochromis sp*). **Zootecnia Tropical**. v. 31, n. 2, p.141-149, 2013.

OGAWA, M et al. Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção de pigmentos carotenóides. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 333, 2007.

OONINCX, D. G. A. B.; VAN DER POEL, A. F. B. Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). **Zoo biology**, v. 30, n. 1, p. 9-16, 2011.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, E. Estudo Setorial para Consolidação de uma Aquicultura Sustentável no Brasil. Curitiba. 2007.

PANUCCI, L., FILHO.; CHIAU, A. V.; PACHECO, V. O custo da sericicultura: a produção de casulos de bicho-da-seda no Paraná. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2011.

PEREIRA, N. R. et al. Proximate composition and fatty acid profile of (*Bombyx mori* L.) chrysalis toast. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 4, p. 451-457, 2003.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1273-1280, 2000.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009.

PRANG, G. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of brazilian freshwater ornamentals to the UK market. **Revista eletrônica - UAKARI**, v. 3, p. 7-51, 2008.

RIBEIRO, F. A. S. Policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho. Jaboticabal. p. 95, 2010. (**Tese de Doutorado**). Universidade Estadual de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes_teses/%20Felipe%20de%20Azevedo%20Silva%20Ribeiro.pdf> Acesso em: 31 maio 2015.

RICHE, M.; WILLIAMS, T. N. Fish meal replacement with solvent-extracted soybean meal or soy protein isolate in a practical diet formulation for Florida pompano (*Trachinotus carolinus*, L.) reared in low salinity. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 4, p. 368-379, 2011.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Embrapa Pantanal**, 2003.

RUMPOLD, B. A.; SCHLUTER, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. **Molecular nutrition & food research**, v. 57, n. 5, p. 802-823, 2013.

RUTAISIRE, J. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Uganda. FAO **Fisheries Technical Paper**, v. 497, p. 471, 2007.

SAEB - Câmara setorial da seda. Relatório TAKII. Safra 2007/2008. (2009). Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/noticias/article.php> Acesso em 17/06/2015.

SAINT-PAUL, U. Nature habitat of the discus. **Discus brief**. Augsburg. n. 2, v. 9, p.12-15, 1994.

SÁNCHEZ-MUROS, M^a et al. Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fish meal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. **Aquaculture Nutrition**, 2015.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. p. 283, 2007.

SALES, J; JANSSENS, G.P.J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic Living Resources**, v. 16, n. 06, p. 533-540, 2003.

SÁNCHEZ-LOZANO, N. et al. Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) **Aquaculture**, n.298, p. 83–89, 2009.

SANTOS, E. L. et al. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 4, n. 3, p. 358-362, 2009.

SANTOS, E. L. et al. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 2, p. 390-397, 2009.

SATERLEE, L. D.; MARSHALL, H. F.; TENNYSON, J. M. Measuring protein quantity. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 56, p. 103–109, 1979.

SAYEG, P. F.; RAMOS, J. B. Seda natural e seda residual: histórico, caracterização e processo de obtenção. **2º CONTEXMOD – Congresso Científico Textil e de Moda**, v. 1, n. 2, p. 14, 2014.

SCHNEIDER, O. et al. Digestibility, faeces recovery, and related carbon, nitrogen and phosphorus balances of five feed ingredients evaluated as fishmeal alternatives in Nile tilapia, (*Oreochromis Niloticus L.*) **Aquaculture Research**, v. 35, n. 14, p. 1370-1379, 2004.

SEIXAS, J. T., FILHO. Revisão sobre as enzimas digestivas nos peixes teleostei e seus métodos de determinação. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 08, n. 17, 2003.

STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; PIZAURO, M., JUNIOR. Fatores que afetam a produção de enzimas digestivas em peixes e o uso de enzimas exógenas como ferramentas em nutrição de peixes. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. v. 13, p. 181, 2009.

STOREBAKKEN, T. et al. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, (*Salmo salar*), fed diets with wheat gluten. **Aquaculture**, v. 184, n. 1, p. 115-132, 2000.

TUSCHE, K. et al. Wheat gluten and potato protein concentrate - Promising protein sources for organic farming of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 344, p. 120-125, 2012.

VELASCO-SANTAMARÍA, Y. M.; CORREDOR-SANTAMARÍA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: A review. **Revista de Medicina Veterinária y Zootecnia**, Universidade de Córdoba. v. 16, p. 2458-2469, 2011.

WANG, D. et al. Nutrition value of the Chinese grasshopper *Acrida cinerea* (Thunberg) for broilers. **Animal feed science and technology**, v. 135, n. 1, p. 66-74, 2007.

WANG, J. et al. The effect of dietary fat levels on growth and digestibility in juvenile discus (*Symphysodon aequifasciata*). **Chinese Journal of Fisheries**, v. 1, p. 006, 2009.

WATANABE, J.K.; YAMAOKA, R.S.; BARONI, S.A. Cadeia produtiva da seda: diagnósticos e demandas atuais. **IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná**, p. 30-33, 2000.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

XIAOMING et al. Review of the nutritive value of edible insects. **Forest insects as food: humans bite back**, p. 85, 2010.

YANONG, R. P. E. Nutrition of ornamental fish. **Husbandry Nutrition**, Philadelphia, v. 2, p. 19-41, 1999.

ZIHLER, F. Gross morphology and configuration of digestive tracts of Cichlidae (Teleostei, Perciformes): phylogenetic and functional significance. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 32, p. 544-571, 1982.

ZUANON, J. A. S.; SALARO, A. L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 165-174, 2011.

**ARTIGO APRESENTADO SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA
BRASILEIRA DE SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL.**

**Digestibilidade aparente de ingredientes alternativos para o Acará-disco
(*Symphysodon discus* Heckel, 1840)**

Apparent digestibility of alternative food for discus (Symphysodon discus Heckel, 1840)

CARTAXO, Jefferson Wayne da Silva¹; VIEIRA, Jodnes Sobreira¹; FUJIMOTO,
Rodrigo Yudi²

¹Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Zootecnia,
Departamento de Zootecnia, São Cristovão, Sergipe, Brasil.

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária– Tabuleiros costeiros - EMBRAPA,
Aracaju, Sergipe, Brasil.

*Endereço para correspondência: jeffcartaxo@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta de ingredientes alternativos (Crisálida do bicho-da-seda, farinha do resíduo de camarão, isolado proteico de soja, glúten de trigo) para o Acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840). As dietas com os ingredientes testados foram constituídas de 69,5% de dieta referência, 0,5% de óxido de cromo e 30% do ingrediente teste. Foram utilizados 25 peixes ($106 \pm 26,6$ g), distribuídos em cinco

tanques de digestibilidade com fundo cônico com capacidade de 100 L. O delineamento experimental foi em quadrado latino 5 x 5 (cinco rações e cinco períodos). A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente foi realizada pelo método indireto, com a utilização 0,5% de óxido crômico (Cr₂O₃), como indicador. Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e proteína digestível foram de 92,86 e 22,87% para a farinha de crisálida do bicho-da-seda, 62,44 e 24,46% para a farinha do resíduo de camarão, 93,34 e 84,44% para o isolado proteico de soja, 86,94 e 72,58% para o glúten de trigo e 92,12 e 40,63% para a ração referência, respectivamente. Conclui-se com isso que o acará-disco utiliza o isolado proteico de soja, a crisálida e o glúten de trigo eficientemente em sua dieta, o que viabiliza sua utilização em rações para esta espécie.

Palavras-chave: nutrição, peixe ornamental, proteína

SUMMARY

The objective of this work was to determine the apparent digestibility coefficients of crude protein from alternative ingredients (chrysalis meal of silkworm, shrimp waste meal, isolated soy protein, wheat gluten) to discus (*Symphysodon discus* Heckel, 1840). Diets with the tested ingredients were composed of 69.5% of the reference diet, 0.5% chromium oxide and 30% of the test ingredient. 25 fish were used (106 ± 26.6 g), over five digestibility tanks with conical bottom and 100 L of capacity. The experimental design was Latin square 5 x 5 (five diets and five periods). The determination of

apparent digestibility coefficient was carried out by the indirect method, using 0.5% chromic oxide (Cr₂O₃), as an indicator. Apparent digestibility coefficients of crude protein and digestible protein were 92.86 and 22.87% for the chrysalis meal of silkworm, 62.44 and 24.46% for the , shrimp waste meal, 93.34 and 84.44% for the isolated soy protein, 86.94 and 72.58% for wheat gluten, and 92.12 and 40.63% for the basal diet, respectively. It concludes from this that the discus uses the isolated soy protein, the chrysalis and wheat gluten in your diet efficiently, which enables its use in feed for this species.

Keywords: nutrition, ornamental fish, protein

INTRODUÇÃO

A substituição de produtos tradicionais, como a farinha de peixe e farelo de soja, por produtos alternativos tem se apresentado como uma opção prática, econômica e ambiental (LIMA et al., 2011). Dentre os nutrientes, a proteína é o nutriente mais estudado, também é o item mais dispendioso na formulação das dietas para peixes. Nesse sentido se destacam estudos voltados a digestibilidade da proteína desses ingredientes alternativos (SANTOS et al., 2009; DONG et al., 2010), visando o conhecimento do valor nutricional bem como as limitações na utilização para rações de peixe. Por esta razão, são necessário pesquisas com o uso de ingredientes alternativos tanto de origem animal como vegetal.

Um exemplo de ingredientes de origem animal é o resíduo do processamento de camarão (cabeça e carapaça), o qual é derivado do processamento da indústria pesqueira, e estima-se que a produção de resíduos do beneficiamento, no ano de 2012, tenha sido em torno de 20 mil toneladas (MPA, 2012). O descarte realizado no meio ambiente sem algum tratamento prévio, tornando-se um potencial poluidor. Outro ingrediente de origem animal é a crisálida (pulpa) do bicho-da-seda oriundo da indústria têxtil, a qual é desidratada e utilizada na nutrição animal, possui alto valor proteico (50%) e lipídico (35%), presença do ácido graxo essencial linolênico (C18: 3n-3) (24%), além dos minerais zinco e potássio com 244 mg/g⁻¹ e 4,77 mg/g⁻¹, respectivamente (PEREIRA et al., 2003; SAYEG e RAMOS, 2014). Utilizando ingredientes de origem vegetal em substituição aos produtos tradicionais como farinha de peixe pode ser otimizada por meio de técnicas de processamento, tornando possível a obtenção de isolados e concentrados proteicos. Um dos isolados obtidos é o da soja. O isolado proteico de soja é adquirido através do processo de desengorduramento da farinha de soja para obter produto final contendo 90% de proteína (RICHE e WILLIAMS, 2011). No grupo dos concentrados temos o gluten de trigo, este produto é extraído com a lavagem da farinha do trigo e o seu produto final é constituído de 80% de proteína (KUMAR et al., 2012). Apesar da variedade e disponibilidade de ingredientes alternativos que possam ser substitutos da farinha de peixe nas rações para peixes, e aliado à questão que a maioria de peixes ornamentais possui exigências nutricionais diferentes aos dos peixes de produção, estudos envolvendo essa substituição nas rações para peixes ornamentais ainda são escassos. Em meio à variedade de espécies de peixes ornamentais o Acará-disco chama atenção pela sua beleza e popularidade no mercado de peixes ornamentais.

O Acará-disco (*Symphysodon discus*), pertence à família cichlidae, popularmente conhecido por disco, é endêmica da bacia amazônica (LIVENGOOD et al., 2012). Apesar da sua importância tanto no ramo do aquarismo nacional como internacional, são poucos os estudos sobre a sua nutrição, e alternativas aos principais ingredientes que são utilizados na formulação das dietas para o Acará-disco.

objetivou-se com esse trabalho determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína dos ingredientes alternativos, farinha do resíduo do processamento do camarão, farinha do bicho-da-seda, isolado proteico de soja e glúten de trigo para o Acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de nutrição de organismos aquático (LANOA) da Unidade de Aquicultura (UNIAQUA) do Departamento de Zootecnia, lotado no campus rural da Universidade Federal de Sergipe, município de São Cristóvão – SE.

O ensaio consistiu na determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos seguintes ingredientes testes: farinha da crisálida do bicho-da-seda, farinha do resíduo do processamento de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) (cefalotórax e somitos), isolado proteico de soja, glúten de trigo e uma ração referência que também serviu como base de todas as rações (69,5%) + ingredientes testes (30%) e óxido de cromo III (0,5%) (VETEC química fina) como indicador externo.

119

120 A ração referência utilizada no trabalho serviu de controle experimental e base
 121 das demais rações (69,5%) e foi composta por farelo de soja, farelo de milho e farinha
 122 de peixe. As análises da composição bromatológica da ração referência dos ingredientes
 123 quanto aos valores da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB),
 124 extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório
 125 de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal
 126 de Sergipe, de acordo com os métodos daAOAC (2000) e descrito por Silva & Queiroz,
 127 (2002).

128 Foram usados 25 exemplares da espécie Acará-disco com peso de $106 \pm 26,6$ g,
 129 adquiridos de um distribuidor de peixes ornamentais do estado do Pará. Foi utilizado o
 130 delineamento em quadrado latino que consistiu em cinco tratamentos (rações), cinco
 131 períodos e cinco tanques, visando evitar efeitos entre os períodos experimentais,
 132 permitindo assim que todos os peixes se alimentassem de todas as rações a cada
 133 período.

134

135 Tabela 1. Composição bromatológica quanto aos valores de MS = matéria seca; PB =
 136 proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; EB = energia bruta dos
 137 ingredientes e da ração referência

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	EB (cal/g)
Far. crisálida ¹	97,26	24,63	52,16	4,37	6123
Far. res. camarão ²	95,17	39,18	10,57	39,06	3249
Isolado p. soja ³	92,58	90,46	0,02	2,15	5069
Glúten de trigo ⁴	94,15	83,48	0,44	1,58	5119
Ração referência*	91,36	44,11	3,59	12,08	4488

138 ¹Farinha da crisálida do bicho-da-seda; ²farinha do resíduo do processamento do camarão; ³isolado proteico de soja;

139 ⁴glúten de trigo e da ração referência *

140

A estrutura foi composta por cinco tanques de digestibilidade adequadas para o método de guelph modificado. Este sistema foi equipado com filtragem biológica, controle de temperatura (30 °C) (termostatos – 500 W), fotoperíodo de 12 h (luz/escuro) e mantido sob aeração constante (compressor magnético 25 L/min⁻¹ - 35 W). Para as coletas de fezes, a metodologia adotada foi por decantação pelo o sistema de guelph modificado, conforme descrito por Sallum, (2000) e Abimorad & Carneiro (2004). No decorrer de todo experimento foi realizado três vezes ao dia (08:00; 12:00 e 17:00 h) a aferição dos parâmetros de qualidade da água como a temperatura (C°), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade (µS/cm) do sistema através da sonda multiparamétrica Hanna HI 9829, e uma vez por semana a amônia NH₃(mg/L) foi aferida com auxílio de um fotocolorímetro microprocessado digital (ALFAKIT-AT10P).

Inicialmente os peixes foram submetidos a um período de sete dias adaptação ao sistema e alimentados três vezes ao dia (09:00; 13:00 e 17:30) com a ração referência e para uma melhor eficiência do fornecimento das rações experimentais foi adaptado no interior de cada tanque, um sistema de contenção de ração constituído por um prato plástico que também serviu como “cocho”, auxiliando na ingestão das rações pelos peixes e impedindo que as mesmas descessem para o fundo do tanque.

Após este período, foram estabelecidos 15 dias de fornecimento de ração teste, quatro vezes ao dia (09:00; 12:00; 15:00; 18:00) no intuito de mantê-los saciados (SALLUM, 2000). A cada troca de período com a ração teste, os peixes passaram cinco

163 dias sendo alimentados com a ração referência objetivando o esvaziamento do tubo
164 digestório dos peixes que foram alimentados com a dieta teste anterior.

165
166 Durante o período de coleta de fezes, os peixes, permaneceram nos tanques, não
167 havendo a necessidade de transferi-los para outras estruturas coletoras e após o ultimo
168 arraçoamento do dia, era esperado 40 minutos para que pudesse ser realizado o manejo
169 de limpeza de cada tanque (escovação, renovação de água (60%) e encaixe do tubo
170 coletor no fundo do tanque de digestibilidade), visando eliminar qualquer tipo de
171 resíduo. As fezes foram coletadas na manhã seguinte utilizando uma pipeta de Pasteur
172 (3 mL), desprezando toda parte da água contida no tubo coletor.

173
174 Logo após a retirada da água as amostras fecais eram armazenadas em placas de
175 Petri e congeladas até o final de cada período de coleta. Finalizado o tempo de coleta as
176 amostras eram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do
177 departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, onde eram
178 descongeladas e centrifugadas a 4000 rpm/ 30 minutos (centrifuga angulo fixo -
179 CENTRIBIO), e secas em estufa com circulação forçada de ar a 55,0°C por 24 h. Após
180 a secagem elas foram maceradas (gral e pistilo de porcelana) depois peneirada e feita a
181 retiradas de escamas ou outro material que pudesse inferir nos resultados, logo em
182 seguida foram armazenadas até obtenção da quantidade necessária para posteriores
183 análises de proteína segundo AOAC (2000) e descrita por Silva & Queiroz (2002).

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente das rações experimentais foi realizada pelo método indireto, o qual foi possível com a utilização de 0,5% de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador adicionado à ração referência e nas demais que continham os ingredientes testes. Os teores de óxido nas fezes foram determinados segundo método de digestão ácida descrita por FURUKAWA & TSUKAHARA (1976).

Os analitos obtidos da digestão ácida das fezes foram analisados no Laboratório multiusuário da pós-graduação em química da UFS, e as medidas foram realizadas em espectrofotômetro de Absorção Atômica-AA-700/Shimadzu. A determinação foi realizada em chama de modo a atender os limites de detecção para o óxido de cromo (Cr_2O_3) nas fezes segundo Furukawa & Tsukahara (1976) e Honorato et al., (2012).

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência e das dietas-teste foram calculados pela fórmula segundo Nose, (1966):

$$CDA (\%) = 100 - \left\{ 100 \left[\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes nas fezes}}{\% \text{ de nutrientes na dieta}} \right] \right\}$$

Para a digestibilidade aparente dos nutrientes dos alimentos foram calculados segundo a fórmula descrita por Reightet al., (1990):

$$204 \quad \text{DAN (\%)} = \left(\frac{100}{30}\right) \times \left[\text{CDA}_{\text{teste}} - \left(\frac{70}{100} \times \text{CDA}_{\text{referência}}\right) \right]$$

205 Em que:

206 CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente;

207 DAN = Digestibilidade aparente do Nutriente;

208 CDA teste = Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta teste;

209 CDA referência = Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta.

210

211 Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando o teste de "f"
 212 foi significativo, as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Scoott-knott,
 213 (P<0,05) por meio do SISVAR, conforme descrito por Ferreira (2011).

214

215 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

216

217 Os valores médios e erro padrão da média para as variáveis físico-químicas de
 218 qualidade da água como temperatura (30,12±0,10°C), oxigênio dissolvido
 219 (6,64±0,12mg/L), pH (6,89±0,03), condutividade (301±43,19 µS/cm) e amôniaNH₃
 220 (0,02±0,01 mg/L) durante o experimento estiveram dentro do recomendado para a
 221 criação da espécie (LIVENGOOD & CHAPMAN 2007; BEERLI, 2009).

A média do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB), além dos valores de proteína digestível (PD) para os ingredientes testados, farinha dacrísálida do bicho-da-seda, farinha do resíduo do processamento do camarão, isolado proteico de soja, glúten de trigo e daração referência para o acará-disco estão apresentados na tabela2. Os resultados obtidos do CDA da proteína demonstraram que não houve diferença estatística significativa entre as rações com glúten de trigo, referência, crisálida do bicho-da-seda e isolado proteico de soja. E somente a ração com o resíduo do processamento de camarão diferenciou das demais rações, o que possivelmente esta relacionada à composição química (quitina) e processamento desse ingrediente.

O isolado proteico de soja resultou no coeficiente de digestibilidade aparente da proteína de 93,34% e nível maior proteína digestível (84,44%) a respeito demais rações testadas, o que pode ser explicado por se tratar de um ingrediente de alta digestibilidade e que foi desenvolvido para ser um produto livre de fatores antinutricionais, elevada concentração proteica o que fornece máxima flexibilidade na formulação de rações para peixes (RICHE e WILLIAMS, 2011). Isso corrobora o encontrado por Dong et al., (2010) que ao se trabalhar com híbridos de tilápia do Nilo, observaram que o isolado proteico de soja apresentou coeficiente de digestibilidade de 99,6%.

Comparando com o farelo de soja Chong et al., (2003), determinou um coeficiente de digestibilidade da proteína do farelo de soja de 81,05% para o

Symphysodon Aequifasceata, mostrando assim que o isolado proteico do trabalho apresentou digestibilidade superior (93,34%).

Outra fonte proteica de origem vegetal estudada foi glúten de trigo, que apresentou um alto coeficiente de digestibilidade da proteína de 86,94% e 72,58% de proteína digestível. Resultados conferidos na literatura mostraram que o glúten de trigo foi desenvolvido para apresentar uma alta digestibilidade (90%), ausência de fatores antinutricionais (atividade do inibidor da protease e fibra)(APPER-BOSSARD et al., 2013).

Tabela 2. Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta dos ingredientes alternativos para o acará-disco (*Symphysodon discus*) coloque na ordem das tabelas anteriores

	⁽¹⁾ CDA (%)	Proteína digestível (%)
Crisálida	92,86 a	22,87
Res. de camarão	62,44 b	24,46
Isolado p. soja	93,34 a	84,44
Glúten de trigo	86,94 a	72,58
Ração referência	91,12 a	40,63
⁽²⁾ Coef. de variação (%)	6,40	

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scoot-Knott, em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); (1)Coeficiente de digestibilidade da proteína; (2) coeficiente de variação

Outro ingrediente teste que compôs o experimento foi a crisálida do bicho-da-seda, que apresentou CDA de 92,86% e nível de proteína digestível de 22,87%. Estudos avaliando a digestibilidade da crisálida para peixes são escassos, apesar disso, Jintasataporn et al., (2011) encontraram resultados inferiores ao presente trabalho,

trabalhado com o guarumi pele de cobra (*Trichogaster pectoralis*) CDA da proteína de 77,48%.

Para outros monogástricos a crisálida também revelou bons resultados, e em frangos de corte, a farinha de crisálida foi eficaz na substituição de 50% da farinha de peixe (DUTTA et al., 2012) e em suínos apresentou coeficiente de digestibilidade de proteína de 86%, e concluíram que a crisálida pode ser utilizada até 100% na substituição pelo farelo de soja, segundo Lima et al., (1990).

O resíduo do processamento do camarão em estudo, apesar de ter apresentado um no nível proteico (39,18%), apresentaram 62,44% de CDA de proteína e um nível de proteína digestível de 24,46%, fato esse explicado pela alta concentração de quitina em sua composição e falta de processamento previo do ingrediente, pois a farinha do resíduo do processamento do camarão, é um material bruto com alta concentração de quitina, apenas em estado farináceo e sem tratamento prévio (hidrolisação ou cocção). O tipo de processamento dos ingredientes como a cocção e a hidrolisação são alguns fatores responsáveis para um bom aproveitamento dos nutrientes pelos animais Koprucu & Ozdemir, (2005). Os mesmos autores trabalhando com ingredientes alternativos para a tilápia, entre eles a farinha do exoesqueleto do lagostim (*Astacus leptodactylus leptodactylus*) que sofreram o processo de cocção, e obtiveram um CDA de 71% para a proteína, valores esses maiores do que encontrado no presente trabalho para o resíduo de camarão.

Outros autores Gonçalves&Viegas, (2007),objetivando melhorar o aproveitamento nutricional de silagem de camarão, elaboraram dois tipos de silagens fermentadas de resíduos de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeuskroyeri*), uma utilizando melaço e outra utilizando varredura de farinha lacteacomo fonte de carboidratos e encontraram coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de 78,2% e 73,1% nas dietas respetivamente. Apesar dos resultados,ainda há a necessidade de se avaliar o aproveitamento dos nutrientes contidos no resíduo de camarão e em seus diversos processamentos seja ele na forma de silagem, térmico ou em hidrolisação.

Os resultados e demonstram que a diferença pode estar atrelada a origem, e ao tipo de processamento destes ingredientes, assim comprometendo a assimilação de outros nutrientes para o disco.

Os valores de CDA e proteína digestível obtidos para os ingredientes testados mostram que o isolado proteico de soja, glúten de trigo e farinha da crisálida apresentaram melhor digestibilidade, sendo recomendado oisolado proteico de soja, glúten de trigo e farinha da crisálida nas formulações de rações para o acará-disco.

AGRADECIMENTOS

À FAPITEC/SE, por me concedido uma bolsa no mestrado; a[©] POYTARA, a EXTEEC[®] maquinas e a EMBRAPA pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desse trabalho; ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIA

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para o pacu, (*Piaractusmesopotamicus*, Holmber, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.

APPER-BOSSARD, E. et al. Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. **Aquaticbiosystems**, v. 9, n. 1, p. 21, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS – AOAC. **OfficialMethodsofAnalysis**. 15 ed. Arlington, 2000.

BEERLI. E, L. Estratégia alimentar e densidade de estocagem para acará disco (*Symphysodon aequifasciata*). (**tese de doutorado**) Goiânia, GO. Universidade Federal de Goiás, escola de veterinária. v. 70 f.: il. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1181/1/Tese%20Eduardo%20FINAL.pdf>> Acesso em: 30 junho 2015.

CHONG, A.; HASHIM, R.; ALI, A. Assessment of soybean meal in diets for discus (*Symphysodon aequifasciata* Heckel) farming through a fishmeal replacement study.**Aquaculture Research**, v. 34, p. 913-922, 2003.

334

335 DONG, X et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile
336 hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus*× *Oreochromis aureus*. **Aquaculture Research**, v.
337 41, n. 9, p. 1356-1364, 2010.

338

339 DUTTA, A. et al. Growth of poultry chicks fed on formulated feed containing silk
340 worm pupae meal as protein supplement and commercial diet. **Journal of Animal and**
341 **Feed Research**, p. 303-307, 2012.

342

343 FERREIRA, D.F. SISVAR 4.3 - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2011.

344

345 FURUKAWA, A. TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the
346 determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish
347 feed. **Bulletin of Japanese Society and Scientific Fisheries**, v. 32, n.6, p. 502-6, 1976.

348

349 GONÇALVES, L. U.; VIEGAS, E. M. M. Produção, caracterização e avaliação
350 biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro**
351 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1021-1028, 2007.

352

353 HONORATO, A. C. et al. Digestibilidade de dietas peletizadas e extrusadas para o
 354 pacu: quantificação do óxido de cromo. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e**
 355 **Ambientais**, v. 10, p. 269-275, 2012.

356

357 JINTASATAPORN, O.; CHUMKAM, S.; JINTASATAPORN, O. Substitution of
 358 silkworm pupae (*Bombyxmori*) for fish meal in broodstock diets for snakeskin Gourami
 359 (*Trichogaster pectoralis*). **Journal of Agricultural Science and Technology**, p. 1341-
 360 1344, 2011.

361

362 KOPRUCU, K.; OZDEMIR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for
 363 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 250, n. 1-2, p. 308-316, 2005.

364

365 KUMAR, V. et al. Anti-nutritional factors in plant feedstuffs used in aquafeeds. **World**
 366 **Aquaculture**, v. 43, n. 3, p. 64, 2012.

367

368 LIMA, G. J. M. M. et al. Valores de digestibilidade e composição química e
 369 bromatológica de alguns alimentos para suínos. **Comunicadotécnico**, v. 152, 1990.

370

371 LIMA, M. R. et al. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum.**
 372 **Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.

373

374 LIVENGGOOD, E. J.; CHAPMAN, F.A. The Ornamental Fish Trade: An Introduction
 375 with Perspectives for Responsible Aquarium. **University of Florida, IFAS Extension.**
 376 Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Institute of Food and Agricultural
 377 Sciences: University of Florida, 2007.
 378
 379 LIVENGGOOD, E. J.; OHS, C. L.; CHAPMAN, F. A. Candidate Species for Florida
 380 Aquaculture: (*Symphysodon* spp.) a Profitable but Challenging Species for Florida
 381 Aquaculture. Institute of Food and Agricultural Sciences, **University of Florida**, p. 8,
 382 2012.
 383
 384 MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e**
 385 **Aquicultura** - Brasil - 2010. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.mpa.](http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura)
 386 [gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-](http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura)
 387 [aquicultura](http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura)>. Acesso em: 15 de novembro 2013.
 388
 389 NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM
 390 ON FEEDING TROUT AND SALMON CULTURE, 7., 1966, **Belgrade.**
 391 **Proceedings.** Belgrade: EIFAC, p. 17, 1966.
 392
 393 PEREIRA, N. R. et al. Proximate composition and fatty acid profile of (*Bombyx mori* L.)
 394 chrysalis toast. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 4, p. 451-457, 2003.
 395

REIGHT, R. C.; BRADEN, S. L.; CRAIG, R. J. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). **Aquaculture**, v. 84, p. 321-334, 1990.

RICHE, M.; WILLIAMS, T. N. Fish meal replacement with solvent-extracted soybean meal or soy protein isolate in a practical diet formulation for Florida pompano (*Trachinotus carolinus*, L.) reared in low salinity. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, n. 4, p. 368-379, 2011.

SALLUM, W.B. Óxido crômico III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Briconephalus*, Gunther 1869) (Teleostei, Characidae). (**Tese Doutorado em Zootecnia**). Universidade Federal de Lavras, 2000. p. 116. Universidade Federal de Lavras, 2000.

SANTOS, E. L. et al. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 2, p. 390-397, 2009.

SAYEG, P. F.; RAMOS, J. B. Seda natural e seda residual: histórico, caracterização e processo de obtenção. **2º CONTEXMOD – Congresso Científico Textil e de Moda**, v. 1, n. 2, p. 14, 2014.

418 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e**
419 **biológicos**3. ed. Viçosa, MG: UFV,p. 235, 2002.

420